

UDK: 629.11

MOGUĆNOST PREDVIĐANJA OPTIMALNOG PERIODA EKSPLOATACIJE MOTORNIH VOZILA

Božidar Krstić¹, Ivan Krstić², Vojislav Krstić³

¹*Mašinski fakultet u Kragujevcu*, ²*Fakultet tehničkih nauka u K. Mitrovici*,
³*Saobraćajni fakultet u Beogradu*

Sadržaj: Sistemskim praćenjem motornog vozila u eksploataciji, analiziranjem uticaja svih faktora koji utiču na pojavu neispravnosti, može se stvoriti neophodna baza podataka. Obradom tih podataka, uz primenu teorije pouzdanosti, dobijaju se neophodni parametri za projektovanje novih i održavanje postojećih motornih vozila.

Ključne reči: održavanje, motorno vozilo, otkaz, predviđanje, eksploatacija

UVOD

Efikasni metod sprečavanja pojave otkaza delova vozila jeste prognoziranje. Suština prognoziranja otkaza sastoji se u tome što se neispravnosti na delovima vozila otkrivaju pre pojave otkaza pa se zamenjuju ili revitalizuju.

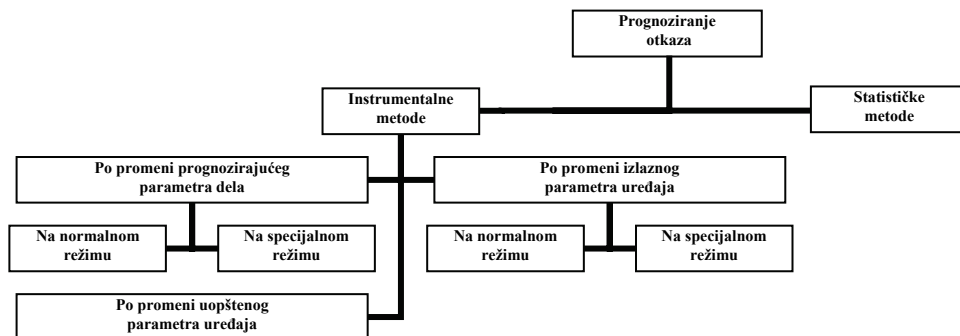
Elementi kod kojih se može prekontrolisati fizičko-hemijska struktura, što znači da se može navesti prognozirajući, ili sa njim posredno povezan izlazni parametar, podvrgavaju se „instrumentalnoj“ prognozi. Kada nema prognozirajućeg parametra neispravni elementi se otkrivaju statističkim metodama prognoziranja.

Instrumentalne metode prognoziranja omogućuju otkrivanje otkaza koji se mogu sprečiti, sa verovatnoćom koja zavisi od kvaliteta opreme za prognoziranje (tačnosti merenja prognozirajućeg parametra) i pouzdanosti prognozirajućeg parametra, uslovljenom stepenom saglasnosti izmerenog parametra i intenziteta merenja strukture delova sa vremenom. Prikupljanje znanja o karakteru promena strukture materijala i delova, pod uticajem različitih faktora, može omogućiti instrumentalno prognoziranje i onih otkaza za koje još ne postoji prognozirajući parametar.

Na slici 1 prikazana je klasifikacija postojećih pravaca instrumentalne prognoze: Po menjanju prognozirajućeg parametra dela; Prema menjanju izlaznog parametra uređaja; Na osnovu menjanja uopštenog parametra uređaja.

Prognoziranje otkaza u prva dva pravca može se ostvarivati kako metodama neposredne kontrole (merenja) prognozirajućih parametara ili sa njima posredno povezanih parametara na normalnom režimu, tako i metodama instrumentalne prognoze simuliranjem pojava starenja, habanja ili drugih degradativnih faktora.

Suština prvih metoda (prognoziranje na normalnom režimu) je u periodičnom merenju parametra $\bar{\alpha}$ i povlačenja dijagrama menjanja njegove veličine tokom vremena. Ekstrapolacijom rezultata merenja parametara može se dobiti kriva zavisnosti $\bar{\alpha} = f(t)$, a kad se zna dozvoljena veličina parametra $\bar{\alpha}_{KP}$, moguće je odrediti vreme blagovremene zamene ili popravke dela.



Sl. 1 Klasifikacija metoda prognoziranja

Suština drugih metoda (prognoziranje na specijalnom režimu) sastoji se u primeni režima preopterećenja ili olakšanja, tzv. graničnih režima rada delova i sklopova, što omogućuje da se sa određenim stepenom tačnosti simuliraju pojave starenja ili habanja.

Ovakvo „veštačko“ ispitivanje delova koristi se radi ranijeg otkrivanja tendencije naglog pogoršanja prognozirajućeg parametra. Osetljivost prognoze pri tome se povećava.

Osnovne metode prognoziranja otkaza delova vozila, koje se koriste za otkrivanje neispravnih njegovih delova, su: Prognoziranje otkaza delova vozila na osnovu promene prognozirajućeg parametra; Prognoziranje otkaza na osnovu promene izlaznog dijagnostičkog parametra u normalnim uslovima korišćenja; Prognoziranje otkaza delova vozila na osnovu promene uopštenog parametra; Statističke metode prognoziranja.

Cilj rada je prikaz suštine metoda prognoziranja pojave otkaza delova vozila, i način njihove primene radi postizanja maksimalne efektivnosti eksploatacije vozila.

PROGNOZIRANJE OTKAZA DELOVA VOZILA NA OSNOVU PROMENE PROGNOZIRAJUĆEG PARAMETRA

Za prognozirajući parametar bira se onaj koji karakteriše nepovratni proces postepenog razaranja fizičko-hemijske strukture delova.

U pojedinim slučajevima prognozirajući parametar može istovremeno da bude i osnovni funkcionalni (izlazni) parametar dela.

Posle izbora jednog ili drugog parametra prognoze određuje se njegova vremenska karakteristika $\bar{\alpha} = f(t)$ putem specijalnih ispitivanja datog dela. Frekvencija merenja

zavisu od karaktera zavisnosti $\bar{\alpha} = f(t)$. Kod linearne ili njoj bliske zavisnosti možemo se ograničiti na dva – tri merenja parametra $\bar{\alpha}$ u toku vremena ispitivanja. U većini slučajeva može se očekivati da rasipanje parametara podleže skraćenom (nepotpunom) normalnom zakonu raspodele. Tada će svaku od konstruisanih raspodela karakterisati matematička očekivanja parametra $\bar{\alpha}_0, \bar{\alpha}_1, \bar{\alpha}_2$ i srednja kvadratna odstupanja σ_0, σ_1 i σ_2 . Ako pođemo od dozvoljenih vrednosti relativnog broja delova q , koji mogu otkazivati posle prognoziranja, po tabelama integralne funkcije Laplasa:

$$p(z) = 1 - q = 0.5 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\frac{z - \bar{\alpha}}{\sigma}} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz \quad (1)$$

Nalazimo veličinu dozvoljenog odstupanja parametra $\Delta\alpha = z\sigma$, odnosno donju granicu dozvoljenih vrednosti parametra $\bar{\alpha}$.

Nedostatak navedenog metoda predstavlja potreba da se delovi vozila skidaju sa uređaja pri korišćenju posebnih uređaja za prognoziranje što uslovljava znatne zastoje u radu vozila. Ugradnja pribora za prognoziranje, sa velikim brojem prognozirajućih elemenata, znatno uslovljava opremu, a samim tim smanjuje njegovu pouzdanost. Prednost navedenog metoda je relativno visoka verovatnoća odstranjivanja neispravnog dela pri preventivi, kao i mogućnost prognoziranja u procesu rada.

Pored prognoziranja na normalnim režimima rada, primenjuje se i prognoziranje na specijalnim kontrolnim režimima.

Promena, pak, prognozirajućeg parametra dela tokom dugotrajne eksploatacije vozila događa se na normalnim režimima rada koji odgovaraju režimima rada dela u sklopu vozila. Treba naglasiti da preventivna kontrola pouzdanosti navedenim metodom zahteva vrlo brižljiva ispitivanja, zato što stvaranje specijalnih režima može, pored prognoziranja otkaza delova, izazvati oštećenje njihove strukture, što će usloviti smanjenje pouzdanosti. Izbor veličine odstupanja parametara specijalnog režima od odgovarajućih parametara normalnog, zavisi, sa jedne strane od potrebne osetljivosti (preciznosti) prognoze (što je veće odstupanje, to je veća osetljivost), a sa tim i od verovatnoće da simulacija efekta starenja omogućuje prognoziranje neispravnog dela. S druge strane, prevelika odstupanja mogu izazvati nepovratna (zaostala) oštećenja strukture dela koja dovode do smanjenja pouzdanosti i prevremene zamene.

Prognoziranje na specijalnim režimima ima sledeće prednosti: Dovoljno visok stepen osetljivosti (preciznosti) prognoziranja ($K_a^{(k)} > K_a$). Pruža mogućnost za takav izbor delova koji će omogućiti njihov rad u težim uslovima korišćenja od normalnih; Relativno jednostavan način prognoziranja.

Ako se prognozirajući parametar podudara sa izlaznim, može se proći i bez specijalnih pribora za prognoziranje, budući da se škartiranje neispravnih delova i kontrola njihovog kvaliteta proveravaju funkcionisanjem čitavog uređaja.

Kao nedostatke treba navesti: Ispitivanje delova u posebnim teškim uslovima što u pojedinim slučajevima može usloviti prevremeno starenje zbog habanja; Potreba stvaranja uređaja koji obezbeđuju dobijanje specijalnih kontrolnih režima; Nepostojanje

moгуćnosti prognoze na normalnom režimu korišćenja što dovodi do dodatnih zastoja uređaja pri preventivnim operacijama.

PROGNOZIRANJE OTKAZA NA OSNOVU PROMENE IZLAZNOG DIJAGNOSTIČKOG PARAMETRA U NORMALNIM USLOVIMA EKSPLOATACIJE

Metode određivanja zavisnosti promene izlaznog parametra vozila, izazvane postepenim pogoršavanjem kvaliteta ulaznih delova, ne razlikuju se od već opisanih. Ali u tom slučaju treba utvrditi korelativnu povezanost izlaznog parametra vozila i kvaliteta ulaznih elemenata. Zavisnost prognozirajućeg parametra od vremena $\alpha = f(t)$ određuje se kao i u prethodnom slučaju. Korelativne karakteristike veze između parametara χ (χ – izlazni parametar) i α se određuju posebnim ispitivanjem. Karakter ispitivanja objašnjen je na slici 2, po kojoj se lako može proslediti proces određivanja karakteristika korelativne veze. Krive 1 i 1' odgovaraju raspodeli prognozirajućeg i izlaznog parametra u momentu t_0 , a kriva 2 i 2' u momentu t_1 .

Sa tačnošću prihvatljivom za tehničke proračune, može se smatrati da se ispunjavaju sledeći uslovi:

- Korelativna zavisnost $\chi = f(\alpha)$ (prava regresije χ na α) podudara se sa uprosečenom funkcionalnom zavisnošću $\chi = \varphi(\alpha)$ pri menjanju parametra u vremenskom intervalu koji nas interesuje;
 - Pri svakoj vrednosti parametra α vrednosti parametra χ podleže normalnom zakonu raspodele;
 - Srednja vrednost parametra $\bar{\chi}$, koja odgovara datoj vrednosti parametra $\bar{\alpha}$, praktično predstavlja linearnu funkciju u maloj oblasti promena α ;
 - Srednje kvadratno odstupanje vrednosti parametra χ od prave regresije, u intervalu koji nas interesuje, predstavlja konstantnu veličinu.
- Imajući u vidu izloženo, za određivanje verovatnih karakteristika parametra χ mogu se iskoristiti izrazi:

$$\sigma_{\chi} = \sqrt{\rho_{\chi/\alpha}^2 + \alpha_{\chi/\alpha}^2}, \quad (2)$$

$$\Delta \bar{\chi} = \rho_{\chi/\alpha} \Delta \bar{\alpha}, \quad (3)$$

gde su: σ_{χ} i σ_{α} – srednja kvadratna odstupanja parametara χ i α ; $\rho_{\chi/\alpha}$ – srednje kvadratno odstupanje parametra χ od prave regresije χ za α ; $\rho_{\chi/\alpha}$ – koeficijent regresije χ za α ; $\Delta \bar{\chi}, \Delta \bar{\alpha}$ – promena srednjih vrednosti parametara χ i α sa vremenom.

Proračunom po formulama, koje određuju veličine σ_χ i $\Delta\bar{\chi}$, lako ćemo konstruisati zavisnost $\chi = \varphi(t)$. Uopšte govoreći, zavisnost $\chi = \varphi(t)$ može se dobiti i neposrednim ispitivanjem uređaja. Međutim, utvrđivanje zakonitosti menjanja izlaznog parametra uređaja u vremenu, izazvano postepenim opadanjem kvaliteta delova, u većini slučajeva zahteva dugotrajna i skupa ispitivanja. Promena navedene metodologije omogućuje znatno smanjenje obima ispitivanja.

Na osnovu $\bar{\alpha} = f(t)$, $\bar{\alpha}$ i σ_α karakteristika, kao i korelacionih karakteristika $\rho_{\chi/\alpha}$ i $\sigma_{\chi/\alpha}$, dobijenih u procesu kratkoročnih ispitivanja uređaja, može se dobiti zavisnost $\chi = f(\alpha)$ za određene vremenske momente t .

Sledeće konstruisanje zavisnosti $\chi = \varphi(t)$ (ili $\chi^K = \varphi(t)$), pri prognoziranju na specijalnim režimima, vrši se po analogiji sa metodama, navedenim u prethodnim slučajevima. Utvrđivanje nivoa i perioda prognoziranja uređaja pri tome se realizuje po krivoj $\chi = \varphi(t)$ konstruisanoj za delove najosetljivije na habanje i starenje.

Nedostaci navedenog metoda su sledeći: Obimni radovi na određivanju zavisnosti $\chi = \varphi(t)$, koji se moraju vršiti svaki put pri razradi i izradi novih tipova opreme; Za uređaj sastavljen od elemenata koji nemaju prognozirajuće parametre ne može se primeniti skraćena metodologija ispitivanja.

Ovaj metod, u odnosu na ranije opisane, ima niz prednosti: Skraćuju se zastoji zbog preventivnog održavanja s obzirom da se kontroliše uređaj u celini. Moguća je primena ugrađenog „prognozera“ pa se broj kontrolisanih tačaka može svesti na broj blokova. Pri preventivnim operacijama sa zasebnim priborima prognoziranja nisu potrebne demontaža i montaža delova koji se u toku ispitivanja ne vade iz blokova. Znači da je moguće i prognoziranje delova koji se ne mogu demontirati.

PROGNOZIRANJE OTKAZA DELOVA VOZILA NA OSNOVU PROMENE UOPŠTENOG PARAMETRA

Uopštenim parametrom uređaja naziva se parametar koji u svakom momentu može da određuje njegovu funkcionalnost (radnu sposobnost). On objedinjuje sve podatke o radnoj sposobnosti uređaja, po svakome od izlaznih parametara, u jedinstven kriterijum kvaliteta rada. Uopšteni parametar određuje se na osnovu vrednosti unutrašnjih parametara delova koji čine uređaj. Unutrašnji parametri α su veličine otpora, kapaciteta, induktivnosti, karakteristike radiolampi, poluprovodnika i slično. U toku dugotrajnog korišćenja menja se fizičko-hemijska struktura delova uređaja, što dovodi do promene uopštenog parametra.

Da bi se utvrdila kvantitativna zavisnost među tim promenama mora se izabrati kriterijum ocene funkcionalnosti uređaja. Taj kriterijum predstavlja oblast funkcionisanja uređaja sa zadatim kvalitetom.

Pod oblašću radne sposobnosti (stabilnosti funkcionisanja) podrazumeva se oblast u kojoj uređaj stabilno radi i posle promene spoljašnjih eksploatacionih uslova. Spoljašnji nivoi η biće jačina napajanja, veličine ulaznih signala, temperatura i td. Konkretno

vrednosti spoljašnjih uslova pri kojima uređaj iz stanja funkcionalnosti prelazi u stanje njenog gubljenja predstavljaju granicu oblasti radne sposobnosti uređaja. Tu granicu određuje stanje unutrašnjih parametara tj. kvalitet delova uređaja. Merenjem oblasti radne sposobnosti u procesu korišćenja može se kontrolisati stanje delova uređaja. Na taj način ostvaruje se kvantitativna provera dejstva promene unutrašnjih parametara na opšti parametar. Pri tome se pod rezervom pouzdanosti ΔB podrazumeva takvo odstupanje spoljašnjih uslova od njihovih nominalnih vrednosti, koje dovodi do prelaska vozila u stanje nefunkcionalnosti. Kvantitativna rezerva pouzdanosti ΔB izražava se:

$$\Delta B = \frac{B_{KP} - B_H}{B_H}, \quad (4)$$

gde su:

$$B_{KP} = f(\alpha_{KP}), B_H = f(\alpha_H). \quad (5)$$

Ako je u toku eksploatacije poznata vrednost pouzdanosti i njene promene sa vremenom, i utvrđena rezerva pouzdanosti posle koje nastupa otkaz uređaja, unapred se može predvideti taj momenat, što je osnova prognoziranja otkaza na osnovu uopštenog parametra.

Kada postoje statističke zakonitosti menjanja rezerve pouzdanosti $\Delta B = f(t)$, koja karakteriše promenu uopštenog parametra u vremenu, možemo prognozirati otkaze delova vozila ranije navedenim metodama. Treba naglasiti da ranije opisane metode instrumentalne prognoze predstavljaju posebne slučajeve varijante ove metode. Izložićemo kratku metodologiju prognoziranja prema uopštenom parametru koji se sastoji u sledećem:

Najpre se određuju očekivane (proračunske) promene spoljašnjih η parametara i utvrđuje oblast radne sposobnosti za vreme t_0 . Sa tim ciljem sastavljaju se nejednakosti koje određuju stabilno stanje vozila za granične režime:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1(\alpha_0, \eta_1, \eta_2) &\leq C_1 \text{ ili } \geq C_1, \\ \varphi_2(\alpha_0, \eta_1, \eta_2) &\leq C_2 \text{ ili } \geq C_2, \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

gde su: α_0, η – unutrašnji i spoljašnji parametri vozila; C_1, C_2 – kritične (krajnje) tačke na granici zone stabilnosti, koje odgovaraju prelasku iz stabilnih zona rada u nestabilne, po svakom razmatranom parametru.

Zatim se na osnovu neposrednog razmatranja funkcionalne sheme dela vozila, ili graničnih ispitivanja, otkrivaju rizični pravci menjanja parametara.

Pod rizičnim pravcima podrazumevaju se oni koji vode prelasku radne tačke u zonu nestabilnog rada. Utvrđivanje pravca „opasnih“ promena parametara, po pravilu, nije teško. U početne nejednakosti (6) uvode se proračunska odstupanja sa znacima koji odgovaraju rizičnim pravcima. Pri tome nejednačine (6) dobijaju sledeći oblik:

$$\begin{aligned} \varphi_1[\alpha_0, (\eta_1 \pm \Delta\eta_1), (\eta_2 \pm \Delta\eta_2)] &= C_1, \quad | \\ \varphi_2[\alpha_0, (\eta_1 \pm \Delta\eta_1), (\eta_2 \pm \Delta\eta_2)] &= C_2, \quad | \end{aligned} \quad (7)$$

Rešenjem ovih nejednačina dobijaju se vrednosti $\eta_1 \pm \Delta\eta_1$ i $\eta_2 \pm \Delta\eta_2$, koji omogućuju stabilan rad uređaja uz istovremeno menjanje razmatranih režima u nepovoljnom pravcu za odgovarajuće vrednosti $\Delta\eta_1$ i $\Delta\eta_2$ za momenat vremena t_0 . Po poznatim parametrima prognoze $\alpha = f(t)$ odredićemo vrednosti unutrašnjih parametara za neki momenat t_{TP} i t_{KP} i na isti način utvrđujemo oblasti radne sposobnosti za njih. U svim slučajevima, utvrđujući normalne (nominalne) vrednosti parametara ($\Delta\eta = 0$), vraćamo radne tačke u početni položaj $B_H(\eta_H)$.

Minimalno rastojanje između početnih vrednosti radnih tačaka i njihovih kritičnih veličina u pravcu „opasnog“ pomeranja određuje rezervu pouzdanosti uređaja. U slučaju kada je određivanje pravca otežano, kao rezerva stabilnosti uzima se minimalno rastojanje između tačke $B_H(\eta_H)$ i granice oblasti radne sposobnosti. Izloženi metod prognoziranja ima visoku osetljivost i omogućuje da se u toku preventivnih ispitivanja otkrije znatan deo neispravnosti. On je posebno pogodan za kontrolu onih sklopova, blokova i modula, koje ne treba rasklapati u procesu eksploatacije. Osim toga, on omogućuje da se izbegnu neki iznenadni otkazi. Međutim, ovaj metod ima i niz nedostataka: Složenost ispitivanja. Mogućnost prevremenog habanja ispitivanih delova vozila zbog uvođenja specijalnih kontrolnih režima.

STATISTIČKE METODE PROGNOZIRANJA

Opisane metode instrumentalnog prognoziranja moguće je primeniti pod uslovom da su utvrđeni prognozirajući parametri elemenata i proučene zavisnosti vrednosti izlaznih ili uopštenih parametara uređaja u vremenu, i ukoliko postoje uređaji za prognoziranje, koji omogućuju da se sa dovoljnom tačnošću odrede promene tih parametara. Pošto danas većina navedenih pitanja nije sasvim rešena, mora se pribegavati, makar i nedovoljno efikasnim, ali relativno jednostavnim, statističkim metodama prognoze. Suština statističkih metoda prognoziranja sastoji se u sledećem:

Na osnovu postojećih statističkih podataka a učestalosti otkaza delova vozila u procesu korišćenja uređaja date klase povlače se krive njihove raspodele. Zatim, polazeći od potrebnog nivoa pouzdanosti, određuje se vreme posle koga se delovi preventivno zamenjuju. Recimo, da kod nekog sklopa vozila postoji grupa delova za koje gustina raspodele verovatnoće ispravnog rada podleže normalnom zakonu. U tom slučaju, za određivanje srednjeg vremena bezotkaznog rada T_{TP} , može se koristiti jednačina:

$$P_{\text{TP}}(t) = \left[1 - \int_0^{T_{\text{TP}}} f_{\Pi_2}(t) dt \right]^N, \quad (8)$$

gde su: $P_{TP}(t)$ – zadata verovatnoća pouzdanog rada grupe delova vozila; $f_{\Pi_2}(t)$ – gustina raspodele otkaza; N – broj delova.

Izražavanjem integrala u jednačini (8) normiranom Laplasovom funkcijom $\Phi(x)$, dobija se da je:

$$P_{TP}(t) = [0.5 + \Phi(x)]^N. \quad (9)$$

U jednačini (9) parametar x može se izraziti u obliku:

$$x = \frac{T_{CP} - T_{TP}}{\sigma}. \quad (10)$$

Logaritmovanjem jednačine (9) dobija se:

$$N \ln[0.5 + \Phi(x)] = \ln P_{TP}(t), \quad (11)$$

a zatim

$$\Phi(x) = [P_{TP}(t)]^{\frac{1}{N}} - 0.5. \quad (12)$$

Određivanjem vrednosti funkcije $\Phi(x)$ izračunava se korišćenjem odgovarajućih tabela.

Veličina T_{TP} izračunava se pomoću jednačine (10):

$$T_{TP} = T_{CP} - x\sigma. \quad (13)$$

Zavisnost x od N , za različite nivoe $P_{TP}(t)$, određuje se primenom određenih dijagrama. Ovaj metod ima sledeći nedostatak: Mala preciznost, jer su režimi na kojima delovi rade različiti, a to se ne uzima u obzir u svim slučajevima.

Prognostiranje, primenom jedne ili druge metode, moguće je ako su zadovoljeni sledeći uslovi: Svestranom analizom proučen je statistički proces menjanja fizičko-hemijske strukture delova sa vremenom; Na osnovu obrade obimnog statističkog materijala utvrđeni su parametri prognoziranja, izlazni ili uopšteni parametri posredno povezani sa procesom starenja; Izračunat je prosečni vek trajanja delova u realnim uslovima korišćenja; Posedujemo uređaj za merenje prognozirajućih parametara koji je dovoljno precizan, osetljiv da može obezbediti preventivna ispitivanja sa potrebnom tačnošću.

ZAKLJUČAK

Efikasan metod sprečavanja otkaza jeste prognoziranje pojave otkaza. Suština prognoziranja otkaza sastoji se u tome što se neispravni elementi otkrivaju pre otkaza pa se zamenjuju ili popravljaju. Elementi kod kojih se može prekontrolisati fizičko-hemijska struktura, što znači da se može pratiti stanje prognozirajućeg, a sa njim i posredno povezan izlazni parametar, podvrgavaju se „instrumentalnoj“ prognozi. Kada

nema prognozirajućeg parametra neispravni elementi se otkrivaju statističkim metodama prognoziranja.

Danas su u upotrebi sledeći pravci instrumentalne prognoze: Po menjanju prognozirajućeg parametra dela; Prema menjanju izlaznog parametra uređaja; Na osnovu menjanja uopštenog parametra uređaja.

Osnovne metode prognoziranja otkaza delova vozila, koje se koriste za otkrivanje neispravnih njegovih delova, su: Prognoziranje otkaza delova vozila na osnovu promene prognozirajućeg parametra; Prognoziranje otkaza na osnovu promene izlaznog dijagnostičkog parametra u normalnim uslovima korišćenja; Prognoziranje otkaza delova vozila na osnovu promene uopštenog parametra; Statističke metode prognoziranja.

Instrumentalne metode prognoziranja omogućuju otkrivanje otkaza koji se mogu sprečiti, sa verovatnoćom koja zavisi od kvaliteta opreme za prognoziranje (tačnosti merenja prognozirajućeg parametra) i pouzdanosti prognozirajućeg parametra, uslovljenom stepenom saglasnosti izmerenog parametra i intenziteta merenja strukturnog parametra delova vozila sa vremenom. Prikupljanje podataka o karakteru promena strukture materijala i delova, pod uticajem različitih faktora, može omogućiti instrumentalno prognoziranje i onih otkaza za koje još ne postoji prognozirajući parametar.

Metodologija izložena u ovom radu može se koristiti za sve tehničke sisteme, a ne samo u oblasti vozila.

LITERATURA

- [1] B. Krstić (1998): Dijagnostika tehničkog stanja i predviđanje životnog veka motornih vozila, Zbornik radova sa IV Simpozijuma sa međunarodnim učešćem "Prevenција saobraćajnih nezgoda na putevima 98", Novi Sad, str. 339 – 345
- [2] B. Krstić (2006): Determination of the optimal strategy for maintenance the clutch motor vehicle, Zbornik radova sa Internacionalnog kongresa "MVT'06", Rumunija.
- [3] B. Krstić (2005): Analysis of the reliability of the motor vehicle brakes bands and determination the optimal periodicity for their preventive maintenance, 2nd International Conference ICMN'05, Kassandra-Chalkidiki, Grece.
- [4] B. Krstić (2005): Determination of the optimal strategy for preventive maintenance of high pressure pumps vehicles, Balkantrib'05, Kragujevac.
- [5] B. Krstić (2003): Determination of the optimal strategy for preventive maintenance the motor engine using policriterion optimization, International Journal for Vehicle Mechanics, Engines and Transportation Systems, Mobility Vehicles Mechanics, Volume 29, Number 4.

POSSIBILITY PREDICTION OF OPTIMAL MOTOR VEHICLES RESOURCES

Božidar Krstić¹, Ivan Krstić², Vojislav Krstić³

¹Faculty of Mechanical Engineering Kragujevac, ²Faculty of Technical Science K. Mitrovica, ³ Faculty of Transport and Traffic Engineering, Belgrade

Abstract: By systematic observing the systems of armament and motor vehicle in their exploitation, and by analyzing the observed malfunctions and factors that influence their

occurrence can be created a substantial data basis. By processing these data, with the application of the theory of reliability, can be obtained parameters necessary for designing the new and maintenance of existing motor vehicles.

Key words: *maintenance, motor vehicle, prediction, service*